

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-129908

(43)公開日 平成6年(1994)5月13日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 J 3/26		9215-2G		
H 0 4 N 1/028	Z	8721-5C		
5/335	W			

審査請求 未請求 請求項の数4(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-277144

(22)出願日 平成4年(1992)10月15日

(71)出願人 000236436

浜松ホトニクス株式会社  
静岡県浜松市市野町1126番地の1

(71)出願人 392015664

株式会社果実非破壊品質研究所  
静岡県浜松市篠ヶ瀬町630番地

(72)発明者 松本 和二

静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ  
トニクス株式会社内

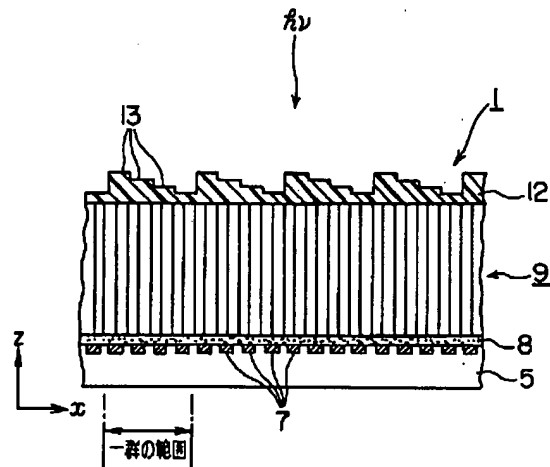
(74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

(54)【発明の名称】 分光イメージングセンサ

(57)【要約】

【目的】 機械的強度が高く、簡易に使用することができる分光イメージングセンサを提供することを目的とする。

【構成】 このような目的を達成するために本発明は、予め決められた複数のピクセルを一群とし、多数群が二次元平面上に繰り返して配列されるピクセル配列に対応して、各群の各々のピクセルに対し夫々異なる透過分光特性を有する微小フィルタ部の配列された群フィルタ部が上記多数群に対応して繰り返して配列されて成る分光フィルタと、上記ピクセル配列の各ピクセル毎に対応して設けられた多数の光電変換素子を有する二次元固体撮像デバイスと、上記各々の微小フィルタ部と上記各々の光電変換素子との間を光学的に接続する光学ファイバの集合から成る光学ファイバプレートを具備し、上記分光フィルタから入射した像を光学ファイバプレートを介して二次元固体撮像デバイスが撮像する構成とした。





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 予め決められた複数のピクセルを一群とし、多数群が二次元平面上に繰り返して配列されるピクセル配列に対応して、各群の各々のピクセルに対し夫々異なる透過分光特性を有する微小フィルタ部の配列された群フィルタ部が上記多数群に対応して繰り返し配列されて成る分光フィルタと、

上記ピクセル配列の各ピクセル毎に対応して設けられた多数の光電変換素子を有する二次元固体撮像デバイスと、

上記各々の微小フィルタ部と上記各々の光電変換素子との間を光学的に接続する光学ファイバの集合から成る光学ファイバプレートとを具備し、

上記二次元固体撮像デバイスが上記分光フィルタから入射した像を光学ファイバプレートを通じて撮像することを特徴とする分光イメージングセンサ。

【請求項2】 予め決められた複数のピクセルを一群とし、多数群が二次元平面上に繰り返して配列されるピクセル配列に対応して、各群の各々のピクセルに対し夫々異なる透過分光特性を有する微小フィルタ部の配列された群フィルタ部が上記多数群に対応して繰り返し配列されて成る分光フィルタと、

各々の微小フィルタ部に対向する光電変換素子が上記各ピクセルの配列に対応して多数形成された二次元固体撮像デバイスと、

上記分光フィルタの二次元固体撮像デバイスとは反対側に、各々の微小フィルタ部に対して光学的に接続する光学ファイバの集合から成る光学ファイバプレートとを具備し、

上記二次元固体撮像デバイスが上記光学ファイバプレートから入射した像を分光フィルタを介して撮像することを特徴とする分光イメージングセンサ。

【請求項3】 前記各々の群フィルタ部は、夫々異なる透過分光特性を有する16個の微小フィルタ部で構成されることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の分光イメージングセンサ。

【請求項4】 前記分光フィルタは、干渉フィルタから成ることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の分光イメージングセンサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、被写体像を所定波長毎に波長分解して撮像する分光イメージングセンサに関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、高感度で広い波長感度領域を有するセンサの開発、および光学設計技術の向上と新しい光学材料の開発に伴い、ポイント測定分光分析より、2次元分布測定、いわゆる画像の分光分析手法を用いた研究、開発が盛んになってきている。その応用は天体観測

や、リモートセンシングなどの大きなスケールのものから色彩計測、または顕微分光などの小さなスケールのものまで広範囲にわたっている。

【0003】これらの研究・開発及び応用を促進するために、構造的に安定で簡易に使用することができる分光イメージングセンサの開発が望まれていた。

【0004】従来の分光イメージングセンサとしては、例えば以下に述べるような数種類のものが代表的に知られている。

10 【0005】まず、夫々特定波長の光のみを透過させる複数の干渉フィルタが配列されたターレットとイメージセンサとを備え、ターレットを機械的に回転させることにより、被写体とイメージセンサ間に介在する干渉フィルタを入れ替えて、夫々のフィルタの透過波長帯毎の被写体像をイメージセンサで撮像して映像信号処理する、ターレット型分光フィルタを適用した分光イメージングセンサがあり、顕微鏡への使用例が知られている。

20 【0006】又、主光軸上に配置された複数のハーフミラーと干渉フィルタと、これらのハーフミラー面毎に対向して設けられた複数のイメージセンサとを備え、これらのハーフミラーと干渉フィルタ面を通過する特定波長帯毎の被写体像を夫々特定のイメージセンサで撮像する、ハーフミラーと干渉フィルタを適用した分光イメージングセンサがあり、生物組織の撮像装置等への使用例が知られている。

30 【0007】又、光音響フィルタをイメージセンサに適用して複数の波長帯毎の被写体像を撮像する分光イメージングセンサや、液晶偏光干渉計を用いた像面フーリエ分光映像法を適用して分光画像を得る分光イメージングセンサ等が知られている。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記ターレット型分光フィルタを適用した分光イメージングセンサにあっては、ターレットを機械的に回転動作させるので、高速撮像を行うことができない等の機能上の限界や、適用分野が限定されてしまう等の問題や、機械的精度や経年変化、装置全体が大型となる等の問題もあった。

40 【0009】又、上記ハーフミラーと干渉フィルタを適用した分光イメージングセンサにあっては、光軸合わせ等の調整精度によって分光特性が変動するので、かかる調整が繁雑であり、更に機械的精度や経年変化、コスト高を招来する等の問題があった。又、光音響フィルタを適用した分光イメージングセンサにあっては、光音響フィルタ内の音波の不完全さによって生じる、最終像の色の滲みや揺らぎを除去できないので、実用域に到達させるまでに極めて多くの解決すべき課題が残されている。

50 【0010】又、液晶偏光干渉計を用いた像面フーリエ分光映像法を適用した分光イメージングセンサにあって



は、光音響フィルタと同様の問題、即ち液晶の不安定性に起因する、最終像の色の滲みや揺らぎを除去できないという問題と、液晶の制御信号に対する応答特性が悪い等の問題があり、実用域に到達させるまでに極めて多くの解決すべき課題が残されている。

【0011】本発明はこのような従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、機械的強度が高く、簡易に使用することができる分光イメージングセンサを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために本発明は、予め決められた複数のピクセルを一群とし、多数群が二次元平面上に繰り返して配列されるピクセル配列に対応して、各群の各々のピクセルに対し夫々異なる透過分光特性を有する微小フィルタ部の配列された群フィルタ部が上記多数群に対応して繰り返して配列されて成る分光フィルタと、上記ピクセル配列の各ピクセル毎に対応して設けられた多数の光電変換素子を有する二次元固体撮像デバイスと、上記各々の微小フィルタ部と上記各々の光電変換素子との間を光学的に接続する光学ファイバの集合から成る光学ファイバプレートを具備し、上記分光フィルタから入射した像を光学ファイバプレートを介して二次元固体撮像デバイスが撮像する構成とした。

【0013】又、予め決められた複数のピクセルを一群とし、多数群が二次元平面上に繰り返して配列されるピクセル配列に対応して、各群の各々のピクセルに対し夫々異なる透過分光特性を有する微小フィルタ部の配列された群フィルタ部が上記多数群に対応して繰り返して配列されて成る分光フィルタと、各々の微小フィルタ部に対向する光電変換素子が上記各ピクセルの配列に対応して多数形成された二次元固体撮像デバイスと、上記分光フィルタの二次元固体撮像デバイスとは反対側に、各々の微小フィルタ部に対して光学的に接続する光学ファイバの集合から成る光学ファイバプレートを具備し、光学ファイバプレートを介して入射した像を分光フィルタを介して二次元固体撮像デバイスが撮像する構成とした。

【0014】

【作用】かかる構成を有する本発明の分光イメージングセンサによれば、被写体像は、分光フィルタの各々の群に区分けされた所定数の微小フィルタ部によって、該所定数分の異なる透過波長帯の光に分離されると共に、二次元平面上に多数配列されている群の数の分の組み合わせ透過波長帯の光に分光される。例えば、1つの群が、透過波長帯の異なる16個の微小フィルタ部で構成され、かかる群が二次元平面上に繰り返して多数配列されているとすれば、16種類の波長帯の光が群フィルタ部の数と配列に対応して発生する。そして、夫々の光は二次元固体撮像デバイスの各々の光電変換素子によって光電変換されるので、16種類の波長帯のピクセル信

号が群の数と配列に対応して得られる。又、光学ファイバプレートの各光学ファイバが各々のピクセルに対応しているため、ピクセル間でのクロストークが少ない。

又、光学ファイバプレートと分光フィルタ及び二次元固体撮像デバイスは機械的強度が高く、更にこれらの要素間は定常的に固定化されていて可動部分が存在しないので、全体として機械強度が高く、且つ調整が不要であるので簡易に使用することができる。更に、光学ファイバプレートと分光フィルタ及び二次元固体撮像デバイスを微細且つ高密度に製造できるので、処理すべき全波長帯における各分光波長帯を細かくして分解能を上げて、機能に比して装置の大型化を招来せず、小型の分光イメージングセンサを実現することができる。そして、測色や、映像機器の色再現、各種化学的・物理的現象のスペクトル分析、その他の広範な技術分野への応用が可能である。

【0015】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図面と共に説明する。まず、図1に示すように、この実施例の分光イメージングセンサは、分光機能を有する分光機構1が半導体パッケージ2のキャビティ3内に収納され、分光機構1の構成要素である二次元固体撮像デバイス5に設けられている所定の接続端子群と半導体パッケージ2に設けられている複数のリード端子4とが電気的に接続され、更に、透明ガラス板6で封止された一体化構造となっている。そして、透明ガラス板6を透過してきた被写体像の光hを分光機構1が分光し、二次元固体撮像デバイス5がそれを光電変換して所定のリード端子4に出力する。

【0016】分光機構1は、図2及び図3に示す構造となっている。即ち、縦断面構造を示す図2において、二次元固体撮像デバイス5は、(x-y)二次元平面上において予め設定された二次元ピクセル配列に対応して、多数の光電変換素子(フォトダイオード等)7がマトリクス状に配列形成されている。図示しないが、これらの光電変換素子7に発生する各々のピクセル信号は、信号読出しのための走査読出回路の制御に基いて所定のリード端子4に出力されるようになっており、かかる走査制御回路と多数の光電変換素子7は半導体製造技術によって二次元固体撮像デバイス5に一体形成されている。したがって、多数の光電変換素子7は、図3(c)に示すような配列で形成されている。

【0017】二次元固体撮像デバイス5の光電変換素子7が形成されている端面(受光面)には、光学ボンド若しくは光学グリスによる固着層8によって光学ファイバプレート9の端面(光を出力する側の端面)が固着されている。即ち、図3(b)に示すように、光学ファイバプレート9は、微細で光学特性が均質な多数の光学ファイバ10の集合から成り、夫々の光学ファイバ10の側端が光を透過しない接着材層11によって一体に固着さ



れている。又、これらの光学ファイバ10は多数の光電変換素子7に対向して配列され、所定本数ずつの光学ファイバ10が、二次元固体撮像デバイス5の各々の光電変換素子7に対向している。図3は、一例として4本ずつの光学ファイバ10が、各光電変換素子7に対向した構造を示している。但し、これは一例であり、更に微細な光学ファイバを適用して多数本ずつを各光電変換素子7に対向させるようにしてもよいし、各光電変換素子7の受光面に対向する直径の光学ファイバを適用して、各光学ファイバ10と光電変換素子7を一对一に対応づけるようにしてもよい。

【0018】光学ファイバプレート9の光入射側の端面には、分光フィルタ12が積層されている。かかる分光フィルタ12は、各々が異なった透過分光特性を有する複数の微小フィルタ部13で構成され、これら微小フィルタ部13は、光電変換素子7の配列及び光学ファイバプレート9の光学ファイバ10の配列と一対一に対応して配列されている。更に、各々が異なった分光特性を有し所定配列された所定数nの微小フィルタ部13を一群とし、これと同一の群を(x-y)二次元平面上に繰返し配列された構造となっている。したがって、夫々の群はピクセル配列に対応するn種類の透過分光特性を有し、分光フィルタ12全体としてこの透過分光特性を有する群を例えばm個備えた構造となっている。図3

(a)は、一つの群の構造を、二次元固体撮像デバイス5の光電変換素子7の配列と光学ファイバプレート9の光学ファイバ10の配列に対応して例示している。即ち、各々の光電変換素子7に対応する所定数(この実施例では4本)の光学ファイバ10の光入射端面に対して、1個の微小フィルタ部13が対応しており、この実施例では、n=16個の微小フィルタ部13から成っている。したがって、各々の微小フィルタ部13を透過した光は、所定の光学ファイバ10を通して、所定の光電変換素子7で受光される。

【0019】尚、この分光フィルタ12は、例えば干渉フィルタ等で形成され、16個の微小フィルタ部13の透過分光特性は、400nm~700nmの波長範囲を20nmの波長帯ずつに分割した夫々の特性を有するように設計されている。

【0020】このように、この実施例によれば、n個の波長帯の光に分光して二次元撮像することができ、機械的可動部分が無いので、光学的調整が不要であり、経年変化の問題も無い。

【0021】次に、他の実施例を図4と共に説明する。尚、図4は図2に対応して示す縦断面図である。図1~図3に示した先の実施例との相違点を述べると、分光フィルタ12の光入射側に、更に光学ボンド層や光学グリスから成る固着層14を介して副透過帯カットフィルタ15が固着されている。尚、分光フィルタ12と光学ファイバプレート9及び二次元固体撮像デバイス5の対応

構造は先の実施例と等しくなっている。この実施例では、副透過帯カットフィルタ15が、処理すべき波長帯域以外の波長を予め除去するので、分光特性の更なる向上を図ることができる。

【0022】次に、更に他の実施例を図5に基いて説明する。尚、図5は図2及び図4に対応して示す縦断面図であり、同一又は相当する部分を同一符号で示している。図1~図4に示した二実施例との相違点を述べると、二次元固体撮像デバイス5の多数の光電変換素子7が形成されている側に、光学ボンド層や光学グリスから成る固着層16を介して分光フィルタ12が固着され、更に分光フィルタ12は光学ファイバプレート9の光出力端に固着されている。光学ファイバプレート9の光入射端には、光学ボンド層17を介して副透過帯カットフィルタ15が固着されている。尚、光学ファイバプレート9と分光フィルタ12及び二次元固体撮像デバイス5の対応構造は先の実施例と等しくなっている。そして、副透過帯カットフィルタ15でまず被写体像の処理すべき波長帯域以外の波長を除去して光学フィルタ9の各光学ファイバ10に通し、分光フィルタ12の所定透過分光特性を有する各々の微小フィルタ部で分光し、夫々の波長の光を二次元固体撮像デバイス5の各々の光電変換素子7で受光して光電変換する。この実施例も、機械的強度が高く、簡易に使用することができるという効果が得られる。

【0023】尚、上記の3実施例では、光学ファイバプレート9を互いに平行に配置した多数の光学ファイバ10の束として構成したが、分光フィルタ12の各々の微小フィルタ部13と二次元固体撮像デバイス5の各々の光電変換素子7とが所定のピクセル配列に対応づけられた関係になっていれば、例えば、図6に示すように、各々の微小フィルタ部13の光入射面積に対して各々の光電変換素子7の受光面積を小さくして、各々の光学ファイバ10の微小フィルタ部13に対向する側の直径を大きくし、光電変換素子7に対向する側の直径を小さくした光学ファイバを適用する構造としてもよい。

【0024】更に、これらの実施例では、ピクセル配列を二次元平面上の直交座標(x-y)に沿ってマトリクス状に設定し、このピクセル配列に従って光電変換素子7と光学ファイバ10及び微小フィルタ部13を対応させるようにしたが、本発明は、このような直交座標に沿った配列構造に限定されるものではない。即ち、微小フィルタ部13と光学ファイバ10と光電変換素子7とが所定のピクセル配列に従って互に対応していればピクセル配列は適宜に設定してよい。例えば、周知の光学ファイバ製造技術によって多数の光学ファイバ束から成る光学ファイバプレートを製造する場合、まず、1本の光学ファイバを加熱しながら引伸ばして細線状にし、これを更に複数本束ねてから同様に引伸ばし、更にそれを複数本束ねて同様に引伸ばすという処理工程を多数回にわた



って繰り返すが、このような製造工程を経ると最終的に形成された各々の細い光学ファイバの配列は、正六角形の頂点位置に配列された蜂の巣状の配列となる。したがって、従来の光学ファイバプレートに適用するようにピクセル配列を設定して、その配列に対応するように分光フィルタの微小フィルタ部の形状と配列を設定すると共に、二次元固体撮像デバイスの各々の光電変換素子の受光面の形状及び配列を設定してもよい。

【0025】更に、これらの実施例のように、分光フィルタ12の各群フィルタ部毎の微小フィルタ部の透過分光帯を波長帯に従って順番に配列することに限定されるものではない。適用分野に応じて任意の配列にしてもよい。

【0026】ところで、以上に説明した実施例の分光イメージングセンサは、例えば、次のような分野に適用することが可能であり、優れた効果を発揮する。

【0027】まず、染色物、塗装面などの測定をこのセンサを用いて行えば測定面全体の分光データを用いることにより、染色物、塗装面に用いられている色材の判定だけでなく、染色物の染色濃度、染色分布の判定、評価ならびに塗膜中の顔料濃度、濃度分布の判定評価が可能となる。その上、実施例の分光イメージングセンサは機械的走査を必要とせず簡易なセンサである為、オンライン上でも使用可能となる。又、色技術の分野においては、400nm～700nmの波長域で5nm、10nm、20nm毎の光に分光して処理することが規格化がおこなわれているが、本発明の分光イメージングセンサの構造によれば、このような多数の波長光を同時に且つ簡易に処理することがでセンサを簡易に製造することができる。又、顕微鏡分光画像計測に応用した場合、各部位毎の分光データを用いることにより、観測画像内に含まれている成分数ならびに各物質の空間分布も推定でき、またそれらを画像化できるなどの利点がある。特に、実施例の分光イメージングセンサはモジュール化されたひとつのセンサである為、顕微鏡に簡単に取付けることができるという特徴を持つ。

【0028】他に、現在研究が盛んな光CTのセンサとして用いた場合、生体における各部位毎の分光情報も同時にとり込むことができる為、生体中の物質まで判定で

きるようになる。

【0029】特に、実施例の分光イメージングセンサはモジュール化された、ひとつのセンサである為、光CT用のセンサとして簡易に取付け可能という特徴を持つ。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、被写体像を、分光フィルタの各々の群フィルタ部に設けられた所定数の微小フィルタ部によって該所定数分の異なった透過波長帯の光に分離すると共に、二次元平面上に多数配列されている群フィルタ分の組み合わせ透過波長帯の光に分光し、光学ファイバプレートを通じて被写体像或いは分光後の光を伝送させ、夫々の光を二次元固体撮像デバイスの各々の光電変換素子によって光電変換する構造としたので、ピクセル間でのクロストークが少なく、全体として機械強度が高く、且つ調整が不要な簡易な分光イメージングセンサを提供することができる。更に本発明の構造によれば、光学ファイバプレートと分光フィルタ及び二次元固体撮像デバイスを微細且つ高密度に製造できるので、処理すべき全波長帯における各分光波長帯を細かくして分解能を上げて、機能に比して装置の大型化を招来せず、小型の分光イメージングセンサを実現することができる。そして、測色や、映像機器の色再現、各種化学的・物理的現象のスペクトル分析、その他の広範な技術分野への応用が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施例の全体構造を分解して示す分解斜視図である。

【図2】一実施例の分光機構1の縦断面構造を示す断面図である。

【図3】一実施例の分光機構1の要部構造を分解して示す分解斜視図である。

【図4】他の実施例の構造を示す縦断面図である。

【図5】更に他の実施例の構造を示す縦断面図である。

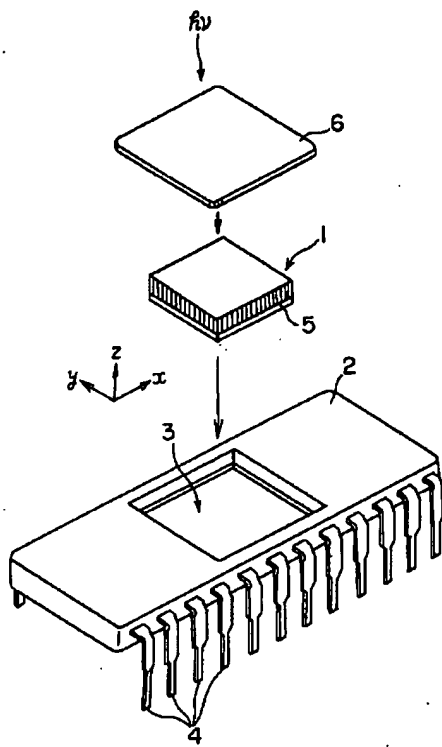
【図6】更に他の実施例の構造を示す縦断面図である。

【符号の説明】

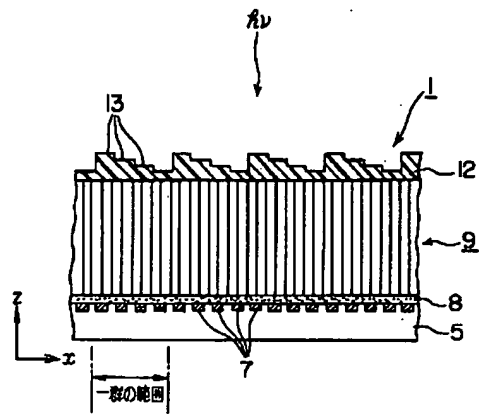
1…分光機構、5…二次元固体撮像デバイス、7…光電変換素子、8、14、16…固着層、9…光学ファイバプレート、10…光学ファイバ、11…接着材層、12…分光フィルタ、13…微小フィルタ部。



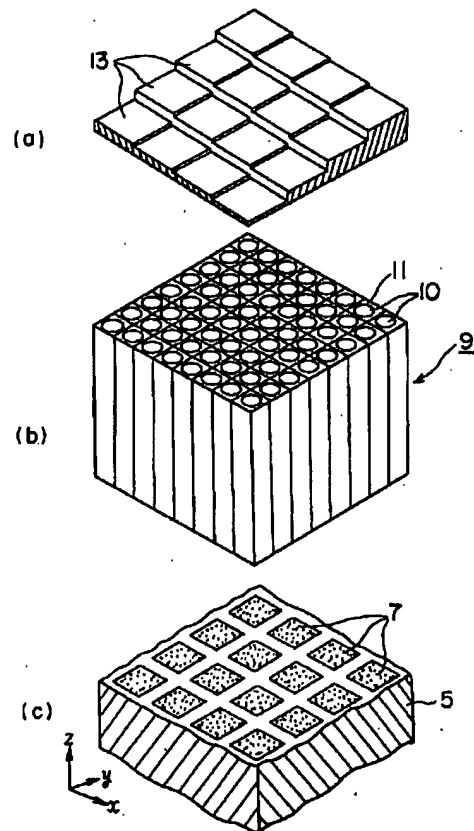
【図1】



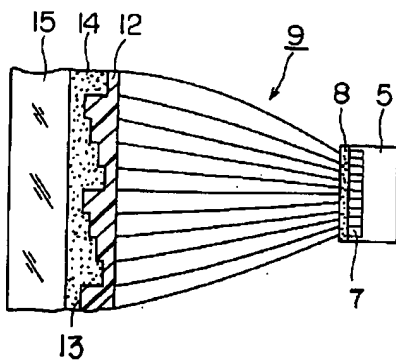
【図2】



【図3】

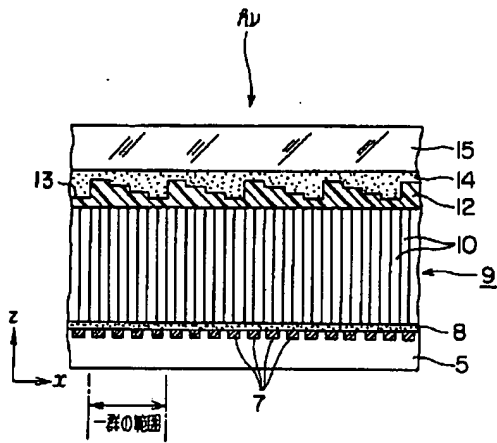


【図6】





【図4】



【図5】

